

ANNEXE VI

MATERIAUX POUR CORPS DE CHAUSSEE

MATERIAUX POUR CORPS DE CHAUSSEE

Les fiches ci-après indiquant les caractéristiques essentielles de chacun des matériaux utilisés dans le corps de chaussée. On utilise les abréviations et définitions suivantes.

Pour chacune des techniques particulières, on se référera aux documents techniques (instruction, directive, etc....) appropriés :

a) Agrégats :

L.A	: Dureté Los Angeles ;
M.D.E	: coefficient Micro Deval en présence d'eau ;
F.S	: coefficient de Friabilité du Sable ;
E.S 10 %	: Equivalent de Sable (fraction 0/2) à 10% de fines ;
E.S.V	: Equivalent de Sable Visuel (fraction 0/5) ;
W.L	: limite de liquidité ;
I.P	: Indice de Plasticité ;
P	: Pourcentage de passant à 1 mm par lavage ;
C.A	: Coefficient d'Aplatissement ;
C.P.A	: Coefficient de Polissage Accéléré ;
I.C	: Indice de Concassage ;
R.C	: Rapport de Concassage ;
V.B	: Valeur au Bleu.

b) Mélanges :

R.S	: Résistance à Sec à 18°C (L.C.P.C)
R.H	: Résistance après immersion à 18°C (L.C.P.C) ;
K	: module de richesse P/S ;
P	: Pourcentage de bitume ;
S	: Surface spécifique du granulat en m ² /Kg ;
Rc	: Résistance à la compression simple 14 jours (étanche) ;
Rci	: Résistance à la compression simple 10 jours étanche + 4 jours eau ;
R.T	: Résistance à la Traction directe ;
E.T	: Module Elastique à la traction directe ;
C.B.R	: indice portant obtenu à l'essai C.B.R ;
Rf	: Résistance par flexion sur prisme.

c) Définitions :

I.C	: Indice de Concassage.
------------	-------------------------

L'indice de concassage d'un tout-venant est de x si ce tout-venant 0/d est obtenu par concassage d'un matériau ayant x% de refus à la maille d.

RC : Rapport de concassage.

Le rapport de concassage d'un tout-venant ou agrégat de grosseur maximale D est de R.C si ce tout-venant (ou cet agrégat) est obtenu par concassage d'un tout-venant de grosseur minimale d. On a lors :

$$\mathbf{R.C} = \frac{d}{D}$$

Concassage pur :

Un tout-venant ou agrégat est qualifié de concassé pur quand :

$$\mathbf{R.C} = \frac{d}{D} > 4$$

Fiche n°	Matériaux		Page
1	Béton de ciment	Bc – Bm	61
2	Enrobé bitumineux	EB	63
3	Enrobé bitumineux mince	mB	64
4	Enrobé coulé à froid	ECF	65
5	Enduit superficiel	RS	66
6	Enrobé à froid	EF	67
7	Grave bitume	GBB / GBF	68
8	Grave émulsion	GE	69
9	Grave améliorée au ciment	GAC 1 – 2	70
10	Grave non traitée recomposée	GNR	71
11	Grave non traitée type A/B	GNA / GNB	72
12	Grave non traitée type C/D	GNC / GND	73
13	Grave valorisée au ciment	GVC	74
14	Pierre cassée	PC	75
15	Blocage	BL	76
16	Grave non traitée pour fondation	GNf 1 – 2 – 3	77
17	Matériau pour accotement	MS1–MS2–MS3 Sc – AC – D	78
18	Matériau drainant sous chaussée Béton (g – géotextile)		80

FICHE N°1

BETON DE CIMENT (Bc – Bm)

A) GRANULATS

Granularité :

- $D_{max} < 40$
- Fabriqué par classe d/D

Dureté :

- $LA < 40$ et $MDE < 35$ pour TPL6 à TPL4
- $LA < 45$ et $MDE < 40$ pour TPL3 à TPL1

avec règle de compensation
de 5 points en respectant
 $LA + MDE < 75$

Propreté des granulats :

- $P < 2 \%$
- Pour les concassés $P < 5\%$ si $VB < 1g$ pour 100g

B) SABLES

Granularité :

- Tolérance sur le module de finesse $\pm 0.3 \%$

Propreté :

- $E.S.V > 65$
- Si $ESV < 65$ alors il faut $VB < 1g$ pour 100g de fines.

Dureté :

- de même origine que granulats
- sinon $FS < 40$
- teneur en éléments coquilliers – fragments de coquillages $< 30\%$

C) CIMENT

- CPJ 45 avec d'autres ajouts

Bc	300 à 330 kg/m ³	Pour 160 l d'eau
Bm	130 kg/m ³	Pour 160 l d'eau

D) PERFORMANCES

Résistance (Rf à 28 j) :

	TPL5 à TPL6	TPL1 à TPL4	
Bc	> 5,0 MPa	> 3,5 Mpa	Essai par flexion Sur prisme
Bm	2,5 MPa	Sans objet	

Consistance, maniabilité :

- Affaissement au cône entre 2,5 et 5 cm.

FICHE N° 2

ENROBES BITUMINEUX (EB)

A) GRANULATS

Classe du fuseau	Granularité - % passant au tamis de				Dureté		Propreté	Angularité
	10	6	2	0.08	MDE	LA	ES	
0/10	100	65 à 80	30 à 45	5 à 9	< 20	< 25	> 40	Concassé pur

Les granularités 0/12 ou même 0/14 peuvent être utilisées pour des raisons de rugosité, les autres caractéristiques restant identiques.

B) PERFORMANCES DE L'ENROBE

Module de richesse	Résistance compression simple à 18°C en bars (RS)	Stabilité marshall en Kg	Compacité%		Fluage Marshall
			LCPC	Marshall	
3,45 à 3,90	Bitume 60/70>55 Bitume 40/50>60	> 1000	90 à 95	93 à 97	< 4 mm
	$\frac{RH}{RS} > 0,75$				

Essai de compactage à la presse à cisaillement giratoire :

- Compacité à 10 girations C10 < 89 % ;
- Compacité à 60 girations C 60 : 92 à 95 % pour 5 et 6 cm d'épaisseur.

FICHE N°3

ENROBES BITUMINEUX MINCES (mB)

A) GRANULATS : 0/10 – DISCONTINU 3 FORMULES

Formule	%passant au tamis de (mm)					Particularité	Dureté		Propreté ES	Angularité
	10	6	4	2	0.08		LA	MDE		
1	100	35	35	35	8	0/2 + 6/10 + fines	< 25	< 20	> 40	Concassé pur
2	100	53	53	38	11	0/2 + 6/4 + 6/10 ou 0/4 + 6/10 + fines				
3	100	53	53	38	8	Même fractions avec fines				

B) PERFORMANCES DE L'ENROBE

- Teneur en liant de 5,6 à 6,1 %

Résistance à la compression simple		Compacité		Compacité à la P.C.G.
RS à 18°C en bars	$\frac{RH}{RS}$	LCPC	Marshall (*)	
Bitume 60/70 > 60 Bitume 40/50 > 65	> 0.8	91 à 95%	< 97%	$C_{10} < 91\%$ Formule 1 - $91 < C_{40} < 96\%$ Formule 2 et 3 - $93 < C_{40} < 96\%$

(*) Essai Marshall pour compacité en l'absence d'essai PCG.

FICHE N° 4

ENROBE COULE A FROID E.C.F

A) GRANULOMETRIE

Type Tamis	% des passants			
	ECF1	ECF2	ECF3	ECF4
12,5 mm	100			
10	85-95	100		
6,3	70-90	80-95	100	
5	60-85	70-90	85-95	100
2,5	40-60	45-70	65-90	85-95
1,25	28-45	28-50	45-70	60-85
630 µm	18-33	18-33	30-50	40-60
320	11-25	12-25	18-35	25-45
160	6-15	7-17	10-25	15-30
80	4-8	5-10	7-15	12-20

B) PROPLETE

ES (0/5)	VB
> 35 ou > 50 ⁽¹⁾	< 1g/100g

(1) selon le type d'émulsion.

C) COEFFICIENT D'APLATISSEMENT

CA < 20

D) ANGULARITE

Concassé pur (Rc > 4)

E) RESISTANCE MECANIQUE

- L.A < 20 pour TPL6- TPL5 ;
- L.A < 25 pour TPL4 – TPL3 – TPL2 ;
- CPA > 50 pour TPL6 - TPL5 ;
- CPA > 45 pour TPL4 – TPL3 – TPL2.

FICHE N°5

ENDUIT SUPERFICIEL (RS)

A) GRANULATS

- Classes granulaires : 10/14 – 6,3/10 – 4/6,3 et 14/20

Trafic	TPL5	TPL4	TPL3	TPL2 et TPL1	Observation
LA MDE⁽¹⁾	< 20 < 15	< 25 < 20	< 30 < 25	< 35 < 30	Avec compensation de 5 points
Forme	< 20	< 25	< 25	< 30	Voir le pouvoir couvrant
Polissage	> 0,5	> 0,5	> 0,45	> 0,45	Facultatif
Propreté	< 1	< 1	< 1	< 1	Impératif
Adhésivité à l'impression après séchage	6h	24h	24 h		

(1) En zone d le MDE est remplacé par le MD.

B) LIANTS

Les liants à utiliser sont des cut-backs 800/1400 et des émulsions à 65% de bitume (éventuellement des liants modifiés au polymère).

C) FORMULATION

- Enduit bicouche discontinu 10/14 – 4/6,3 pour TPL4 – TPL5 ;
- Enduit bicouche continu 10/14 – 6,3/10 pour TPL1 ou 10/14, 6/10 ;
- Enduit monocouche double gravillonnage 10/14 – 4/6,3 pour TPL1 à TPL3 ;
- Enduit monocouche (10/14 ou 6/10) sur GBB et GE pour TPL2 à TPL4 ;
- Zone de montage utilisation possible de 14/20 – 6,3/10 ou monocouche double gravillonnage ;
- Zone urbaine bicouche continu 6,3/10 – 4/6,3

Les dosages en liant pour l'imprégnation et pour les différentes couches sont à étudier cas par cas sur chantier en fonction de la surface à revêtir et des gravillons utilisés.

Les dosages en gravillons sont à ajuster en fonction du pouvoir couvrant.

FICHE N°6

ENROBES OUVERTS A FROID – EF

A) GRANULATS

LA < 25
IC > 75%
CPA > 0,45

Coefficient d'aplatissement < 35.

Propreté ES < 50 (ES 0/2 à 10% de fines).

B) GRANULOMETRIE :

	Pourcentage de passant au tamis de (mm)					
	20	12,5	10	5	2,5	0,08
EF 0/10		100	70-90	15-40	0-5	0-2
EF 0/12	100	60-80	45-65	10-35	0-5	0-2

C) EPAISSEUR

EF 10 < 4 cm
EF 12 : 4 à 6 cm

D) DOSAGE EN LIANT

- teneur en émulsion 6 à 8 %
- module de richesse K = 4,25

E) TYPE DE LIANT

Emulsion anionique ou cationique à 69% de liant

F) CARACTERISTIQUES DU MELANGE

- Aucune spécification de caractéristique mécanique ;
- Surface couverte par du bitume > 90 %
- Epaisseur du liant : épais
- Ressuage très faible < 0,5 %
- Bonne maniabilité.

FICHE N°7

GRAVE BITUME

GBB pour couche de base

GBF pour fondation

A) GRANULATS

a.1	Classe du fuseau	Granularité passant au tamis de (mm)					Dureté			Propreté		Angularité		
		25	20	6	2	0,08	TPL			IP	ES	TPL		
							6	5	4			6	5	4
GBB	0/25	100	74 à 100	37 à 60	24 à 40	6 à 10	LA<30 MDE<25		LA<35 MDE<30	NP	>30	>100	>50	
	0/20		100	44 à 65	25 à 42	6 à 10	Avec compensation de 5 points							
	0/14					6 à 10								
GBF	0/31,5			45 à 60	20 à 35	3 à 7	LA<40, MDE<35 avec compensation de 5 points LA+MDE<75					>30 roulés admissibles		

a.2 Sable si sable de nature différente FS ≤ 40.

B) PERFORMANCES

Module de richesse	Résistance compression LCPC 18°C en bars	Stabilité Marshall en Kg	Compacité %		Fluage Marshall (mm)	Stabilité à l'eau RH/RS (LCPC)
			LCPC	Marshall		
2 à 2,5	Bitume 60/70 > 45 Bitume 40/50 > 50	Bitume 60/70 > 700 Bitume 40/50 > 800	88 à 95	91 à 97	< 4	> 0,65
1,5 à 2,2	Bitume 60/70 > 30 Bitume 40/50 > 40	Bitume 60/70 > 500 Bitume 40/50 > 600	85 à 96	88 à 97	< 4	> 0,65

FICHE N°8

GRAVE EMULSION – GE

A) GRANULATS

Trafic	LA	MDE	Indice de concassage	Propreté	
				ES (à 10%)	V.B
TPL2-TPL3	< 40	< 35	Non précisé	≥ 50	≤ 1
TPL4-TPL5-TPL6	< 30	< 25	> 60	≥ 60	≤ 1

B) SABLE

Si le sable est d'origine différente, on exige : FS ≤ 40

C) GRANULOMETRIE DU MELANGE

Dmax = 14 ou 20 mm

	Pourcentage passant au tamis de (mm)			
	6	2	0,5	0,08
GE 0/14 ou GE 0/20	61-48	44-31	26-17	8-4

D) CARACTERISTIQUE DU MELANGE

- Teneur en bitume d'origine 80/100 résiduel entre 3 et 4 % ;
- Essais Duriez à 18°C et 15 jours d'âge dont 7 jours d'immersion pour une série d'éprouvettes.

Compacité	R 15j sec bars	<u>R8 + 7 immersion</u> R 15j sec
> 85 %	> 30	> 0,55

FICHE N°9

GRAVE AMELIOREE AU CIMENT (GAC)

A) MATERIAUX

- Deux types de granulats

	Dureté		Forme	Propreté			IC	Pour TPL
	LA	MDE		P	VB	ES 10%		
M1	30	25	20	2	<1,5	> 45	> 30	5 et 6
M2	35	30	20		< 2	> 40	> 30	3 et 4

Avec règle de compensation entre LA et MDE dans la limite de 5 points.

B) GRANULARITE DES MATERIAUX M1 ET M2

Origine	Granularité passant au tamis de mm							
	40	31,5	20	10	6,3	2	0,08	
Ballastière	100	85	68	43	35	22	4	0/31,5
		100	100	78	64	43	11	
Roche massive	100	85	62	35	25	14	2	0/31,5
		100	90	62	50	34	10	
	-	100	85	47	35	18	2	0/20
			100	77	60	38	10	

C) CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Deux types de grave ciment définis selon la position du couple Et-Rt (à 90 jours) dans le diagramme suivant :

- GAC1 : domaine 1
- GAC2 : domaine 2

Et et Rt déterminés sur éprouvettes moulées à 98% OPM à la teneur en eau WOPM ou WOPM-1 (selon étude).

FICHE N° 10

GRAVE NON TRAITEE RECOMPOSEE (GNR)

A) GRANULARITE 0/20

	Granularité passant au tamis de (mm)								
%	31,5	30	10	5	2	1	0,5	0,2	0,08
Mini	100	85	56	38	23	16	11	7	4
Maxi	-	100	84	66	46	34	24	14	8

B) PROPETE

- Indice de plasticité : IP non mesurable ;
- Equivalent de sable sur la fraction 0/2 ramenée à 10% de fines : sup. à 50 ;
- Sinon V.B < 1

C) RESISTANCE MECANIQUE

- Dureté Los Angelès (LA) inférieur à 25 ;
- Micro Deval en présence d'eau (MDE) inférieur à 20.

Un écart maximum de 5 points sur l'une ou l'autre de ces valeurs de base est toléré s'il est compensé par une réduction correspondante de l'autre valeur.

Exemple : LA < 30 et MDE < 15 ou LA < 25 et MDE < 20.

D) FROTTEMENT INTERNE

- Indice de concassage (IC) – 100% ;
- Coefficient d'aplatissement (CA) inférieur à 30

FICHE N° 11

GRAVE NON TRAITEE TYPE A ET B : GNA – GNB

A) GRANULARITE

Origine	Granularité passant au tamis de mm							
	40	31,5	20	10	6,3	2	0,08	
Ballastière	100	85 à 100	68 à 100	43 à 78	35 à 64	22 à 43	4 à 11	0/31,5
	100	85 à 100	62 à 90	35 à 62	25 à 50	14 à 34	2 à 10	
Roche massive	-	100	85 à 100	47 à 77	35 à 60	18 à 38	2 à 10	0/20

B) RESISTANCE MECANIQUE

- L.A < 30
- MDE < 20 (non applicable en zone d).

C) AUTRES CARACTERISTIQUES

Angularité

GNA IC > 100 %
GNB IC > 35 %

Propreté

ES (0/5) > 30 ou
ES (0/2) > 45 sinon VB < 1,5

FICHE N°12

GRAVE NON TRAITE TYPE C ET D : GNC – GND

A) GRANULARITE

		Granularité passant au tamis de (mm)						
		60	40	20	10	6,3	2	0,08
0/31,5	-	100	52	35	25	13	2	0,08
			à 87	à 70	à 60	à 38	à 10	à 10
0/40	100	80 à 100	57	30		10	2	0,08
			à 82	à 65		à 32	à 10	à 10

B) RESISTANCE MECANIQUE

	LA	MDE ⁽¹⁾	LA + MDE
GNC	< 35	< 30	< 65
GND	< 40	< 35	< 75

(1) en zone d le critère MDE n'est pas pris en compte.

C) AUTRES CARACTERISTIQUES

Angularité

GNC IC > 30, GND roulé admissible

Propreté

IP < 6 zone H, h sinon VB < 1,5
IP < 12 zone a, d

FICHE N° 13

GRAVE VALORISEE AU CIMENT GVC

1/ GRANULATS

a) Granularité

- 0/31,5 et 0/40 type GNC – GND ou
- matériaux graveleux de $D_{max} = 40$ avec coefficient d'uniformité $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 10$

b) Propreté

- $6 < IP < 12$

c) Résistance mécanique

- $LA < 40$ – $MDE < 35$

Avec règle de compensation de 5 points en respectant $LA + MDE < 75$.

2/ MELANGE

a) Caractéristiques mécaniques

Une étude de laboratoire doit permettre de vérifier qu'avec des dosages de 2 à 4% de ciment, on obtient :

- a) Un indice C.B.R à 7 jours (3 jours à l'air + 4 jours immergé) $\geq 100\%$ et / ou
- b) . Une R_{ci} à 14 jours ($10 + 4$) > 20 bars et < 50 bars et

$$\frac{R_{ci}}{R_c} > 0,5$$

R_c conservation 14 jours à l'air.

b) Réalisation

En raison des méthodes de réalisation, il convient de prévoir les dosages minima suivants :

- mélange sur chantier : 3 % de ciment ;
- mélange en centrale : 2 %

et aussi 1 % de plus en chantier que sur le dosage déterminé en laboratoire.

FICHE N°14

PIERRE CASSEE

A) GRANULARITE

- d/D : 40/60 et 50/70 avec retenus à D et passants à $d < 10\%$ et passant à $0,63 d < 3\%$

B) FORME

- Moins de 10 % d'éléments avec $L + G > 6 E$
- Moins de 3 % d'éléments ne passant pas à $D + 30 \text{ mm}$.

C) PROPETE

- Moins de 3 % d'éléments inférieurs à 1 mm

D) RESISTANCE MECANIQUE

- $LA < 40$

D) MATIERE D'AGREGATION (macadam à l'eau)

- Sable aussi propre que possible ; ex : 0/10 mm avec $ES > 40\%$

F) LIANT ET GRANULAT POUR PENETRATION

- Graviillon 15/25 – 5/15 et 0/5 (successivement)
ou 10/14 – 6/10 – 4/6 et 2/4 (successivement)
- Liant : émulsion ou cut-back très visqueux.

FICHE N° 15
BLOCAGE (BL)

A) GRANULARITE d/D

- 100/200 ou 100/250

B) RESISTANCE MECANIQUE

- LA < 40

C) PRODUIT DE CLAVETAGE

- Déchets de pierre cassée.

FICHE N° 16

GRAVE NON TRAITEE POUR COUCHE DE FONDATION GNF 1-2-3

Trois catégories de graves non traitées pour couche de fondation sont prévues :
GNf1 – GNf2 – GNf3 en 0/40 ou 0/60

A) GRANULARITE

Les fuseaux de spécification sont les suivants :

Matériau	Classe	% passant au tamis de (mm)							
		80	60	40	20	10	6,3	2	0,08
GNf1	0/60	100	100	89 58	69 40	59 31	53 26	40 18	10 2
	0/40	100	100	100	90 60	70 40	64 33	48 20	14 2
GNF2 et GNF3	0/60	100	100 80	89 55	69 32	59 25	53 17	40 7	10 2
	0/40	-	100	100 80	90 47	70 30	64 20	48 10	14 2

B) PROPETE

Zone	H, h, a	d
GNf1	ES>30 ou IP <6 sinon VB <1,5	IP < 8
GNf2-3	IP < 8	IP < 12

C) DURETE

Zone	H, h, a	d
GNf1	LA < 30 MDE < 25	LA < 30
GNf2	LA < 40 MDE < 35	LA < 40
GNf3	LA < 50 MDE < 45	LA < 50

D) ANGULARITE

- GNf1 IC > 60
- GNf2 IC > 30
- GNf3 IC sans condition

FICHE N° 17

MATERIAU POUR ACCOTEMENT

La note technique de la DRCR/DT intitulée « spécification pour matériau d'accotement » de 1990 définit :

- 3 types de matériau pour couche supérieure d'accotement MS1 – MS2 – MS3 ;
- Les caractéristiques des matériaux pour sous couche (Sc) ;
- Les caractéristiques des couches anticontaminantes (AC) ;
- Et celles des matériaux drainants (D).

1/ Matériau pour couche supérieure MS1 – MS2 – MS3

- Granulométrie - dureté

	% passant au tamis de (mm)					Dureté LA
	50	40	10	5	0,08	
MS1	100	50 à 100	-	15 à 70	4(2) à 20	< 50
MS2	100	50 à 100	35 à 100	15 à 75	2 à 50	< 60
MS3	100	-	-	-	-	-

- Propreté :

	Critères	Zone climatique			
		H, h	a	d	
MS1	6<IP <20 et fx IP <	Roulé	225	250	300
		IC > 30	200	225	275
		IC > 100	175	200	250
MS2	IP <	12	15	20	
MS3	IP <	15	20	25	

f : pourcentage d'éléments inférieurs à 0,08 mm

Matériaux carbonatés :

Si Ca CO₃ > 70 % pas de critère de dureté et propreté pour MS1 et MS2.

2/ Matériau pour sous-couche (Sc)

On adopte les critères de matériaux pour couche de forme (cf. CPC fascicule n°5).

3/ Couche anticonatminante (AC)

On respecte dans la mesure du possible la règle de non contamination :

- d_{15} du matériau filtrant $\leq 4,5 d_{85}$ du sol de plate-forme ;
- avec D_{max} inférieur au 1/3 de l'épaisseur de la couche ;
- $I.P < 20$

4/ Matériau drainant (D)

Granulométrie 0/D

- On respecte la règle : d_{15} du matériau drainant $\geq 4.5 d_{15}$ du matériau à drainer ;
- Ou une grave avec passant à 0.08 mm < 5% et passant à 2 mm < 10%.

Granulométrie d/D

- avec $d > 5$ mm
- On protège le matériau dans un géotextile de poids minimum 200 g/m².

FICHE N° 18

MATERIAU DRAINANT SOUS CHAUSSEE EN BETON

A) COUCHE GRANULAIRE (g)

Granularité

- 4/20 ou 6/20

Dureté

Trafic TPL	LA	MDE
6 - 5	< 25	< 20
Autres	< 30	< 25

B) GEOTEXTILE

- Ame drainante en textile épais entre deux textiles filtrés.

Caractéristiques

Ame drainante :

- RT < 3 KN/m
- Allongement à la rupture entre 60 et 100 % ;
- Transmissivité 5,10 m²/s sous 200 kPa ;
- Porométrie comprise entre 200 et 300 µ ;
- Résistance à la déchirure 1 KN dans les deux sens ;
- Compressibilité : déformation < 2/100 mm sous 100.000 chargements de 0,1 à 0,4 bars.

Filtres :

- Porométrie coté sol < 100 µ
coté béton < 250 µ ;
- Résistance à la traction > 16 KN dans les deux sens ;
- Allongement à la rupture compris entre 30 et 50 % ;
- Résistance à la déchirure > 1 KN dans les deux sens.